



00862.023399

PATENT APPLICATION

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In re Application of:

KAZUHITO TAKANASHI ET AL.

Application No.: 10/754,531

Filed: January 12, 2004

For: ETCHING METHOD

)
:
Examiner: Not Yet Assigned
)
:
Group Art Unit: 1746
)
:
:
May 12, 2004

Commissioner for Patents
P.O. Box 1450
Alexandria, VA 22313-1450

SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT

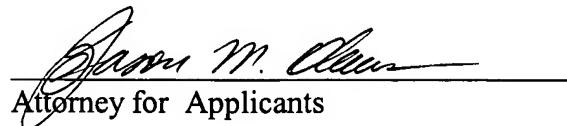
Sir:

In support of Applicants' claim for priority under 35 U.S.C. § 119, enclosed is a certified copy of the following foreign application:

2003-011275, filed January 20, 2003.

Applicants' undersigned attorney may be reached in our New York office by telephone at (212) 218-2100. All correspondence should continue to be directed to our address given below.

Respectfully submitted,



Attorney for Applicants

Registration No. 48,512

FITZPATRICK, CELLA, HARPER & SCINTO
30 Rockefeller Plaza
New York, New York 10112-3801
Facsimile: (212) 218-2200

NY_MAIN 427748v1

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
いる事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2003年 1月20日
Date of Application:

出願番号 特願2003-011275
Application Number:

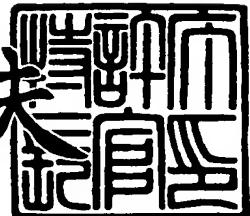
[ST. 10/C] : [JP2003-011275]

出願人 キヤノン株式会社
Applicant(s):

2004年 1月14日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 250939
【提出日】 平成15年 1月20日
【あて先】 特許庁長官殿
【国際特許分類】 H01L 21/00
【発明の名称】 エッチング方法
【請求項の数】 1
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 高梨 一仁
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 柳田 一隆
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 山方 憲二
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 菅井 崇
【発明者】
【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内
【氏名】 坪井 隆志

【発明者】

【住所又は居所】 東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤノン株式会社内

【氏名】 坂口 清文

【特許出願人】

【識別番号】 000001007

【氏名又は名称】 キヤノン株式会社

【代理人】

【識別番号】 100076428

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康徳

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100112508

【弁理士】

【氏名又は名称】 高柳 司郎

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100115071

【弁理士】

【氏名又は名称】 大塚 康弘

【電話番号】 03-5276-3241

【選任した代理人】

【識別番号】 100116894

【弁理士】

【氏名又は名称】 木村 秀二

【電話番号】 03-5276-3241

【手数料の表示】

【予納台帳番号】 003458

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0102485

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 エッチング方法

【特許請求の範囲】

【請求項1】 脆弱層を有する部材の該脆弱層をエッチングするエッチング方法であつて、

液体のエッチング剤を気化させて、気化したエッチング剤によって該部材の該脆弱層をエッチングすることを特徴とするエッチング方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、多孔質層又はイオン注入層等の脆弱層を有する部材の該脆弱層の除去に好適なエッチング技術に関する。

【0002】

【従来の技術】

S O I (Silicon On Insulator又はSemiconductor On Insulator) 基板の製造方法の一つとして、多孔質シリコン層上にエピタキシャル単結晶シリコン層を有するシード基板と、ハンドル基板とを貼り合わせて貼り合わせ基板（結合基板）を作成し、その後、多孔質 S i 層の部分で貼り合わせ基板を分割することによりエピタキシャル単結晶 S i 層をシード基板からハンドル基板に移設する方法がある。

【0003】

エピタキシャル単結晶 S i 層の移設後にハンドル基板の表面（エピタキシャル単結晶 S i 層の上）に残留する多孔質 S i 層は、例えば特開平6-342784号公報に記載されているように、選択エッチングにより除去されうる。

【0004】

多孔質 S i 層のエッチングの均一化に関しては、特開平6-342784号公報に記載されているアルコール添加処理法、特開平11-204494号公報に記載されている超音波処理法、特開平11-204495号公報に記載されているエッチング液置換処理法、特開2000-133558号公報及び特開200

0-133632号公報に記載されている減圧処理法、特開2000-150495号公報及び特開2000-155837号公報に記載されている脱気処理法などがある。

【0005】

上記のいずれの技術においても、多孔質Si層は、多孔質Si層が表出した基板を溶液に浸することでエッチングされる。

【0006】

【特許文献1】

特開平6-342784号公報

【特許文献2】

特開平11-204494号公報

【特許文献3】

特開平11-204495号公報

【特許文献4】

特開2000-133558号公報

【特許文献5】

特開2000-133632号公報

【特許文献6】

特開2000-150495号公報

【特許文献7】

特開2000-155837号公報

【0007】

【発明が解決しようとする課題】

上記の従来技術では、エッチング対象物を溶液に浸することでエッチングを行うため、エッチング用の薬液（エッチング液）の使用量が多いという問題があり、このような問題は近年の基板の大型化に伴って益々顕著になる。

【0008】

また、基板が大型化すると、多孔質Si層のエッチングの均一化がより難しくなるため、多孔質Si層を全面にわたって均一にエッチングするためには、多孔

質S i層への薬液の染み込み速度をより速くする、あるいは多孔質S i層における薬液の置換（新しい薬液による既に反応に寄与した薬液の置換）をより効率良く行う必要がある。

【0009】

更には、従来技術においては、エッティング対象物を薬液に直接浸すため、薬液自体の汚染、例えば微量金属汚染による影響をエッティング対象物が直接受ける可能性があるという問題もあった。

【0010】

本発明は、上記の課題認識に基づいてなされたものであり、主として、エッティング剤の使用量を抑えることを目的とする。なお、本発明の好適な実施の形態では、多孔質層等の脆弱層のエッティングの均一化や、エッティング剤によるエッティング対象物の汚染の低減についても考慮されている。

【0011】

【課題を解決するための手段】

本発明に係るエッティング方法は、脆弱層を有する部材の該脆弱層をエッティングするエッティング方法に係り、該方法は、液体のエッティング剤を気化させて、気化したエッティング剤によって該部材の該脆弱層をエッティングすることを特徴とする。ここで、前記脆弱層は、例えば、多孔質層又はイオン注入層を含みうる。

【0012】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記脆弱層は、脆弱な構造を有するシリコンを含み、この場合、前記エッティング剤は、フッ化水素及び過酸化水素を含むことが好ましい。

【0013】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記液体のエッティング剤を加熱することにより気化させることが好ましい。ここで、前記液体のエッティング剤を40～50℃の範囲内の温度に加熱することにより気化させることが好ましい。

【0014】

本発明の第2の側面は、部材をエッティングするためのエッティング装置に係り、該装置は、部材を収容する反応容器と、液体のエッティング剤を加熱することによ

り気化させる気化ユニットとを備える。該装置では、前記反応容器に収容された部材は、気化したエッティング剤によりエッティングされる。

【0015】

本発明の1つの好適な実施の形態によれば、前記気化ユニットは、前記液体のエッティング剤を前記反応容器の内部において気化させるように構成されうる。

【0016】

本発明の他の好適な実施の形態によれば、前記気化ユニットは、前記液体のエッティング剤を前記反応容器の外部において気化させるように構成され、この場合、前記エッティング装置は、前記気化ユニットにより気化されたエッティング剤を前記反応容器内に供給する供給部を更に備える。ここで、前記供給部は、液体のエッティング剤を収容するエッティング剤容器と、前記エッティング剤容器に所定のガスを供給する第1供給路と、前記エッティング剤容器と前記反応容器とを連通させる第2供給路とを含むことができ、前記供給部は、前記第1供給路を通して前記エッティング剤容器に前記所定のガスを供給することにより、前記エッティング剤容器内で気化したエッティング剤が前記第2供給路を通して前記反応容器に送り込まれるように構成されうる。

【0017】

本発明の好適な実施の形態によれば、前記気化ユニットは、液体のエッティング剤を40～50℃の範囲内の温度に加熱することができるよう構成されることが好ましい。

【0018】

本発明の第3の側面は、部材をエッティングするためのエッティング装置に係り、該装置は、部材を収容する反応容器と、液体のエッティング剤を前記反応容器の内部において気化させる気化ユニットとを備え、気化したエッティング剤により前記反応容器に収容された部材をエッティングするように構成される。ここで、前記気化ユニットは、前記液体のエッティング剤を加熱することによって気化させるよう構成されることが好ましい。

【0019】

本発明の第4の側面は、部材をエッティングするためのエッティング装置に係り、

該装置は、部材を収容する反応容器と、前記反応容器の外部に配置され、液体のエッティング剤を収容するエッティング剤容器と、前記エッティング剤容器内のエッティング剤を気化させる気化ユニットと、前記エッティング剤容器に所定のガスを供給する第1供給路と、前記エッティング剤容器と前記反応容器とを連通させる第2供給路とを備え、前記エッティング剤容器内で気化したエッティング剤が、前記第1供給路を通して前記エッティング剤容器に前記所定のガスが供給されることにより、前記第2供給路を通して前記反応容器に送り込まれる。ここで、前記気化ユニットは、前記液体のエッティング剤を加熱することによって気化させるように構成されることが好ましい。

【0020】

上記の第3及び第4の側面に係るエッティング装置は、前記反応容器内において1又は複数の部材を保持する保持ユニットを更に備えうる。すなわち、該エッティング装置は、枚葉式として構成されてもよいし、バッチ式として構成されてもよい。

【0021】

本発明の第5の側面は、基板の製造方法に係り、該製造方法は、脆弱層を有しその上に移設対象層を有する第1基板を準備する工程と、前記第1基板の前記移設層側の面を第2基板に結合させて結合基板を作製する工程と、前記結合基板を前記脆弱層の部分で分割する工程と、前記第2基板に移設された前記移設層の上に残留する脆弱層をエッティングする工程とを含み、前記エッティング工程は、液体のエッティング剤を気化させて、気化したエッティング剤によって前記残留する脆弱層をエッティングする工程を含む。ここで、前記脆弱層は、例えば、多孔質層又はイオン注入層を含みうる。

【0022】

【発明の実施の形態】

以下、図面を参照しながら本発明の好適な実施の形態を例示的に説明する。

【0023】

【第1の実施の形態】

図1は、本発明の第1の好適な実施の形態としてのエッティング装置の構成を概

略的に示す図である。以下、図1を参照しながら本発明の第1の実施の形態のエッチング装置及びエッティング方法を説明する。

【0024】

図1に示すエッティング装置100は、多孔質層又はイオン注入層等の脆弱層を有する部材の該脆弱層を選択的にエッティングするために好適である。多孔質層は、例えば、シリコン基板等の部材を陽極化成することにより形成されうる。イオン注入層は、例えば、シリコン基板等の部材に対して水素等の希ガスをイオン注入することにより形成されうる。イオン注入層は、熱処理が施されることにより多数の微小空洞を有する層となることが知られている。多孔質層及びイオン注入層は、いずれも脆弱な構造を有し、シード基板からハンドル基板に薄い半導体層を移設する工程を含むSOI基板の製造に有用である。

【0025】

図1に示すエッティング装置100は、エッティング対象の部材である基板1を収容する反応容器5と、基板1を保持する保持ユニット2と、液体のエッティング剤(エッティング液)3を収容するエッティング剤容器4と、エッティング剤容器4内のエッティング剤3を気化させるための気化ユニット6とを備えている。

【0026】

基板1は、基板本体1bの表面に多孔質層又はイオン注入層等の脆弱層1aを有する。脆弱層1aは、例えば、シリコン基板を陽極化成により多孔質化した層、又は、シリコン基板中にイオンを注入して形成される層である。脆弱層1aは、基板1の表面の全体に存在してもよいし、該表面に部分的に存在してもよい。多孔質層又は熱処理後のイオン注入層等の脆弱層1aは、多数の空洞を有するので下地の基板本体1bよりも反応性が高い。したがって、脆弱層1aと基板本体1bとが同一材料からなる場合においても、脆弱層1aは、基板本体1bに対して高い選択比で選択的にエッティングされうる。

【0027】

反応容器5は、典型的には、密閉容器として構成されうる。保持ユニット2は、図1には1枚の基板1を保持する例が示されているが、複数枚の基板1を保持するように構成されてもよい。エッティング剤容器4に入れる液体のエッティング剤

(エッティング液) 3は、脆弱層1aがシリコンで構成される場合には、フッ化水素酸(フッ化水素水溶液)及び過酸化水素水(過酸化水素水溶液)の混合液であることが好ましい。この場合、気化したエッティング剤には、フッ化水素及び過酸化水素が含まれる。なお、エッティング剤3が2種以上の物質を含む場合、それらは、別個のエッティング剤容器に入れられ、共通の又は別個の気化ユニットによつて気化されてもよい。

【0028】

気化ユニット6は、エッティング剤容器4内のエッティング剤3を加熱することにより該エッティング剤3を気化させる加熱器6aを含むことが好ましい。気化ユニット6は、反応容器6の内部に配置されてもよいし、外部に配置されてもよいし、一部が反応容器6の内部に配置され他の一部が反応容器6の外部に配置されてもよい。

【0029】

反応容器5(又はその内側表面)及び反応容器5の内部に配置される保持ユニット2及びエッティング剤容器4(更に、気化ユニット6の全部又は一部が反応容器5内に配置される場合にはその部分)は、微粒子の付着や金属汚染が少ない材質、例えば、フッ素樹脂系材料やメタルフリーの硬質塩化ビニル樹脂などで構成されることが好ましい。

【0030】

エッティング装置100による基板1の脆弱層1aのエッティングは、次のように実施されうる。まず、反応容器5内の保持ユニット2の上に、脆弱層1aを上向きにして基板1を配置する。次いで、エッティング剤容器4内の液体のエッティング剤3を気化ユニット6によって気化させ、気化したエッティング剤を脆弱層1aに提供する。ここで、典型的には、気化ユニット6の加熱器6aによってエッティング剤容器4内の液体のエッティング剤3を所定温度に加熱することによってエッティング剤3を気化させる。エッティング剤3の温度は、40～50℃の範囲の一定温度に加熱されるとが好ましい。ここで、エッティング剤3の温度を高くし過ぎると(例えば、50℃を越えると)、液体のエッティング剤3中の含まれうる微量の汚染物質(例えば、金属)が気化されたエッティング剤3とともに反応容器5内に

広がり、基板1を汚染する可能性がある。また、エッティング剤3の温度を低くし過ぎると（例えば、40℃未満とすると）、エッティング剤3の気化が起こりにくくなる。

【0031】

例えば、エッティング剤3の気化を開始してから数十分で、反応容器5内が気化したエッティング剤で満たされ、その数時間後に、基板1の脆弱層1aが気化したエッティング剤によるエッティング作用により選択的かつ均一に除去される。

【0032】

この実施の形態の装置及び方法によれば、気化したエッティング剤をエッティング対象物に提供して該エッティング対象物をエッティングするので、液体のエッティング剤（エッティング液）にエッティング対象物を浸漬する装置及び方法に比べて、エッティング剤の使用量を劇的に削減することができる。

【0033】

また、この実施の形態の装置及び方法によれば、気化したエッティング剤で多孔質層やイオン注入層のような多数の空洞を有する脆弱層をエッティングすることにより、全面にわたって脆弱層（より具体的には、空洞）内に速やかにエッティング剤を提供することができる他、既に反応に寄与したエッティング剤を速やかに新たなエッティング剤で置換することができる。したがって、この実施の形態の装置及び方法によれば、脆弱層を均一にエッティングすることができ、しかも、エッティング処理に要する時間を短縮することができる。

【0034】

また、この実施の形態の装置及び方法によれば、エッティング剤が汚染されている場合においても、汚染物質を液体状態のエッティング剤中に残したままでエッティング剤を気化させることにより、エッティング対象物の汚染を容易に防止することができる。

【0035】

[第2の実施の形態]

図2は、本発明の第2の好適な実施の形態としてのエッティング装置に構成を概略的に示す図である。以下、図2を参照しながら本発明の第2の実施の形態の工

ッチング装置及びエッチング方法を説明する。この実施の形態は、液体のエッチング剤を反応容器の外部で気化させて該反応容器内に供給する点で第1の実施の形態と異なる。なお、この実施の形態として明示的に特定しない事項は、第1の実施の形態に従いうる。

【0036】

図2に示すエッチング装置200もまた、多孔質層又はイオン注入層等の脆弱層を有する部材の該脆弱層を選択的にエッチングするために好適である。エッチング装置200は、エッチング対象の部材である基板1を収容する反応容器105と、基板1を保持する保持ユニット102と、液体のエッチング剤（エッチング液）103a、103bをそれぞれ収容するエッチング剤容器104a、104bと、エッチング剤容器104a、104b内のエッチング剤103a、103bを気化させるための気化ユニット106a、106bと、気化ユニット106a、106bによって気化されたエッチング剤を反応容器105内に供給する供給路107a、107bと、エッチング剤容器104a、104b内にそれぞれ不活性気体を供給する供給路108a、108bを備えている。

【0037】

基板1は、基板本体1bの表面に多孔質層又はイオン注入層等の脆弱層1aを有する。反応容器105は、典型的には、密閉容器として構成されうる。保持ユニット102は、図2には複数枚の基板1を保持する例が示されているが、1枚の基板1を保持するように構成されてもよい。エッチング剤容器104a、104bに入るエッチング剤103a、103bは、脆弱層1aがシリコンで構成される場合には、フッ化水素酸（フッ化水素水溶液）、過酸化水素水（過酸化水素水溶液）であることが好ましい。なお、2以上のエッチング剤が単一のエッチング剤容器に収容され、それらが一緒に気化されてもよい。気化ユニット106a、106bは、エッチング剤容器104a、104b内のエッチング剤103a、103bをそれぞれ気化させる加熱器を含むことが好ましい。

【0038】

反応容器105（又はその内側表面）、保持ユニット102、エッチング剤容

器104a、104b、供給路107a、107b、108a、108bは、微粒子の付着や金属汚染が少ない材質、例えば、フッ素樹脂系材料やメタルフリーの硬質塩化ビニル樹脂などで構成されることが好ましい。

【0039】

エッチング装置200による基板1の脆弱層1aのエッチングは、次のように実施されうる。まず、反応容器105内の保持ユニット102に1又は複数の基板1を配置する。

【0040】

次いで、エッチング剤容器104a、104b内の液体のエッチング剤103a、103bを気化ユニット106a、106bによってそれぞれ気化させる。気化したエッチング剤は、供給路108a、108bを通してエッチング剤容器104a、104b内に不活性ガスを供給することにより、供給路107a、107bを通して反応容器105内に送り込まれる。ここで、典型的には、気化ユニット106a、106bの加熱器によってエッチング剤容器104a、104b内の液体のエッチング剤103a、103bを所定温度に加熱することによってエッチング剤103a、103bを気化させる。エッチング剤103a、103bの温度は、40～50℃の範囲の一定温度に加熱されることが好ましい。ここで、エッチング剤103a、103bの温度を高くし過ぎると、液体のエッチング剤103a、103b中の含まれうる微量の汚染物質（例えば、金属）が気化されたエッチング剤103a、103bとともに反応容器105内に広がり、基板1を汚染する可能性がある。また、エッチング剤103a、103bの温度を低くし過ぎると（例えば、40℃未満とすると）、エッチング剤103a、103bの気化が起こりにくくなる。

【0041】

例えば、エッチング剤103a、103bの気化を開始してから数十分で反応容器105内が気化したエッチング剤で満たされ、その数時間後に基板1の脆弱層1aが気化したエッチング剤によるエッチング作用により選択的かつ均一に除去される。

【0042】

[第3の実施の形態]

この実施の形態は、上記のエッチング方法を適用した基板（例えば、S O I 基板）の製造方法に関する。

【0043】

図4は、本発明の好適な実施の形態としての基板の製造方法を説明する図である。以下、図4を参照しながら本発明の好適な実施の形態としての基板の製造方法を説明する。まず、図4（a）に示す工程では、シリコン基板等の第1基板（シード基板）401の表面に脆弱層402としての多孔質層を形成する。多孔質層は、例えば、基板401の表面を陽極化成することにより形成されうる。多孔質層は、多孔度が異なる2以上の層からなる多層構造であってもよい。

【0044】

次いで、図4（b）に示す工程では、脆弱層402の上に第1移設層403としての半導体層を形成する。多孔質層401（及び基板401）が単結晶シリコンである場合には、多孔質層401上に、第1移設層403としてエピタキシャル単結晶シリコン層を形成することができる。その後、第1移設層403の上に第2移設層404を形成する。第2移設層は、典型的には、シリコン酸化膜等の絶縁層である。これらの第1移設層401及び第2移設層402は、脆弱層402の一部とともに、後の結合工程（貼り合わせ工程）及び分割工程を経て、第1基板401から第2基板420に移設される。

【0045】

ここで、図4（a）及び図4（b）に示す工程の代わりに、第1基板401としての半導体基板に水素等の希ガスをイオン注入して第1基板401の所定深さの部分に脆弱層402としてイオン注入層を形成してもよい。この場合、脆弱層402の上には第1移設層403としての半導体層が残る。また、第1移設層403の表面に第2移設層404を形成することができる。したがって、このような方法によっても、図4（b）に示すような構造体を得ることができる。

【0046】

図4（c）に示す工程では、図4（b）に示すような移設層403、404が形成された第1基板410の移設層403、404側の面に第2基板（ハンドル

基板) 420を結合して結合基板(貼り合わせ基板) 430を作製する。

【0047】

図4(d)に示す工程では、結合基板430を脆弱層(分離用の層)402の部分で2枚に分割する。このような分割工程は、例えば、脆弱層402又はその近傍に対して流体を作用させることにより、典型的には、流体の噴流を脆弱層402に打ち込むことにより実施することができる。ここで、水の噴流を使う方法は、ウォータージェット法として知られている。分割の後に、第2基板420の上には、内側(下側)から順に、第2移設層404、第1移設層403、脆弱層402の一部402bが残る。すなわち、以上の工程により、第1基板401上の第1移設層403及び第2移設層404が第2基板420に移設される。なお、脆弱層402としてイオン注入層を形成した場合には、熱処理によってイオン注入層に多数の微小空洞を発生させ、これにより結合基板430をイオン注入層の部分で2枚の基板に分割してもよい。

【0048】

図4(e)に示す工程では、分割工程後の第2基板440上に残留する脆弱層402aを第1又は第2の実施の形態で説明したエッティング装置及びエッティング方法に従って除去し、基板450を得る。

【0049】

ここで、第1移設層403が単結晶シリコン層等の半導体層であり、第2移設層404が絶縁層である場合、基板450は、SOI(Silicon On Insulator又はSemiconductor On Insulator)基板と呼ばれる。

【0050】

以上のように、この実施の形態によれば、分割後に基板の表面に残留する脆弱層のエッティング工程において、第1又は第2の実施の形態を適用することにより、少ないエッティング剤で、残留する脆弱層を均一かつ迅速に、しかも汚染を伴うことなく、脆弱層をエッティングすることができる。

【0051】

[実施例]

以下、上記の実施の形態を更に具体化した実施例を挙げる。なお、以下の実施

例は、本発明の適用例に過ぎず、これに基づいて特許請求の範囲が明示的に限定される場合を除いて、本発明を限定することを意図したものではない。

【0052】

[第1の実施例]

この実施例は、図1に示すエッティング装置100を用いて、Si基板表面の多孔質Si層をエッティングする方法に関する。以下、図3を参照しながら本実施例を説明する。

【0053】

まず、12インチ径の単結晶Si基板を陽極化成することにより、その表面に多孔質Siを形成した。これにより、図3(a)に模式的に示すように、非多孔質Si部分10の上に多孔質Si層9を有する基板が得られた。陽極化成の条件は、以下の通りとした。

【0054】

電流密度：7 (mA・cm⁻²)

陽極化成溶液：HF:H₂O:C₂H₅OH=1:1:1 (体積比)

時間：2 (時間)

多孔質Si層の厚さ：120 (μ m)

次いで、図3(a)に模式的に示す基板を図1に示すエッティング装置100の保持ユニット2上に設置し、エッティング装置100により多孔質Si層9のみをエッティングした。気化させたエッティング剤を用いることにより、従来のようなエッティング液中におけるエッティングとは異なり、多孔質Si層内にエッティング剤が速やかに提供される。しかも、エッティング液中におけるエッティングに対してエッティング剤の置換効率（既にエッティング反応に寄与したエッティング剤を新しいエッティング剤で置換する効率）が1.2~1.5倍程度に向上する。したがって、従来は、多孔質Si層の選択エッティングに4~4.5時間程度を要していたが、これが本発明を適用した実施例では、3.5時間程度に短縮された。また、この実施例において、多孔質Si層は全て選択的かつ均一にエッティング除去され、図3(b)に模式的に示すような基板10が得られることが確認された。

【0055】

[第2の実施例]

この実施例は、図2に示すエッチング装置200を用いたSOI基板の製造方法に係り、第3の実施の形態を更に具体化した例である。以下、図4を参照しながら本実施例を説明する。

【0056】

まず、第1の基板401としての8インチ径の単結晶Si基板に2段階の陽極化成を施すことにより、表面に2層構造の多孔質Si層402を形成した（図4(a)）。この際の陽極化成の条件は、以下の通りとした。

【0057】

<第1段階の陽極化成>

電流密度：7 (mA・cm⁻²)

陽極化成溶液：HF : H₂O : C₂H₅OH = 1 : 1 : 1 (体積比)

時間：5 (分)

多孔質Si層の厚さ：5.5 (μm)

<第2段階の陽極化成>

電流密度：30 (mA・cm⁻²)

陽極化成溶液：HF : H₂O : C₂H₅OH = 1 : 1 : 1 (体積比)

時間：110 (秒)

多孔質Si層の厚さ：3.0 (μm)

次いで、この基板を酸素雰囲気中において、400°Cで1時間にわたって酸化させた。この酸化により、多孔質Si層402の孔の内壁は熱酸化膜で覆われた。

【0058】

更に、多孔質Si層402上にCVD (Chemical Vapour Deposition) 法により、単結晶Si層403を150nmだけエピタキシャル成長させた。その条件は、以下の通りとした。

【0059】

ソースガス：SiH₂Cl₂/H₂

ガス流量：0.5/180 (リットル/分)

ガス圧力：80 (Torr)

温度：950 (°C)

成長速度：0.3 ($\mu\text{m}/\text{分}$)

次いで、エピタキシャル単結晶Si層403の表面に熱酸化法により厚さ100nmの絶縁膜404を形成した（図4（b））。

【0060】

次いで、絶縁膜404が形成された第1基板410の絶縁膜404の表面と別途用意した第2基板（単結晶Si基板）の表面とを結合させて結合基板（貼り合わせ基板）440を作成した（図4（c））。

【0061】

次いで、結合基板440を側面にウォータージェットを吹き付けて、結合基板440を2層の多孔質Si層402の界面において2枚の基板に分割し、第2基板420側に第1段階の陽極化成で形成した多孔質Si層402bを表出させた（図4（d））。

【0062】

次いで、多孔質Si層402bが表出した第2基板440を図2に示すエッチング装置200の保持ユニット102にセットし、多孔質Si層402bのみを均一に選択エッチングした（図4（e））。

【0063】

本実施例において使用したエッティング液（エッティング剤）は、2リットルであり、従来のようなエッティング液中に基板を浸す方法における使用量の約1/20であった。

【0064】

選択エッチングの後に、絶縁膜404上に100nmの厚みを持った単結晶Si層403を有するSOI基板450が得られた。単結晶Si層403の膜厚を面内の全域にわたって100点について測定したところ、膜厚の均一性は101±3nmであった。

【0065】

更に、SOI基板450を水素雰囲気中において1100°Cで1時間にわたつ

て熱処理（水素アニール）した。その後、表面粗さを原子間力顕微鏡で測定したところ、SOI基板450は、 $5\text{ }\mu\text{m}$ 角の領域で平均2乗粗さが約0.2nmであり、通常に市販されているSi基板と同等であった。

【0066】

第1基板401側に残った多孔質Si層402aについても、その後、同様に図2に示すエッティング装置200で選択エッティングし、更に水素アニール、あるいは鏡面研磨等の表面処理を施して、再び第1基板又は第2基板として再利用することができた（図4（e））。

【0067】

[第3の実施例]

第1の実施例と同様の方法で単結晶Si基板を陽極化成することにより、多孔質Si層を表出させた8インチ基板を4枚作製した。そして、2枚については、従来のようなエッティング液に浸すエッティング方法で多孔質Si層のエッティングを行い、残りの2枚については、図1に示すエッティング装置100を用いて多孔質Si層のエッティングを行った。

【0068】

また、エッティング液（エッティング剤）として、両者共に、強制的に500ppbのCu汚染をさせたエッティング液と全く汚染をさせていないエッティング液の2種類を用いた。

【0069】

選択エッティングがそれぞれ完了した4枚の単結晶Si基板に対して、アルカリ系洗浄を行った後、表面検査装置（レーザーカウンター）を使って、 $0.14\text{ }\mu\text{m}$ 以上のLPD密度をそれぞれ測定した。その結果を図5に示す。

【0070】

従来のようなエッティング液に浸すエッティング方法で多孔質Si層をエッティングした基板は、Cu汚染したエッティング液に浸した場合にLPD密度が異常増加したのに対し、図1に示すエッティング装置100を用いて多孔質Si層のエッティングした基板は、Cu汚染させたエッティング液を用いた場合においてもLPD密度の異常増加は見られなかった。また、全く汚染をさせていないエッティング液を用

いた場合には、当然、両者共にL P D密度の異常増加は見られなかった。

【0071】

更に、表面検査装置（レーザーカウンター）による測定の後に、これらの基板表面の金属分析を行った。その結果を図6に示す。

【0072】

従来のようなエッティング液に浸すエッティング方法で多孔質Si層をエッティングした基板は、Cu汚染した薬液に浸した場合に、 $1 \times 10^{10} \text{ atoms/cm}^2$ のCu濃度が検出されたのに対し、図1に示すエッティング装置100を用いて多孔質Si層をエッティングした基板は、Cu汚染させたエッティング液を用いた場合においてもCu濃度は検出下限値以下であった。また、全く汚染をさせていない薬液を用いた場合には、当然、両者共にCu濃度は検出下限値以下であった。

【0073】

【発明の効果】

本発明によれば、例えば、エッティング剤の使用量を抑えることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

本発明の第1の好適な実施の形態としてのエッティング装置の構成を概略的に示す図である。

【図2】

本発明の第2の好適な実施の形態としてのエッティング装置に構成を概略的に示す図である。

【図3】

本発明の第1の実施例を説明するための模式的な断面図である。

【図4】

本発明の第3の実施の形態及び第2の実施例を説明するための模式的な断面図である。

【図5】

本発明の第3の実施例を説明するための図である。

【図6】

本発明の第3の実施例3を説明するための図である。

【符号の説明】

1 基板

1 a 脆弱層

1 b 基板本体

2、102 保持ユニット

3、103 a、103 b エッチング剤（エッチング液）

4、104 a、104 b エッチング剤容器

5、105 反応容器

6、106 a、106 b 気化ユニット

6 a 加熱器

107 a、107 b、108 a、108 b 供給路

9 多孔質シリコン層

10 単結晶Si基板

401 第1基板（シード基板）

402 脆弱層

403 第1移設層

404 第2移設層

410 移設層を有する第1基板

420 第2基板（ハンドル基板）

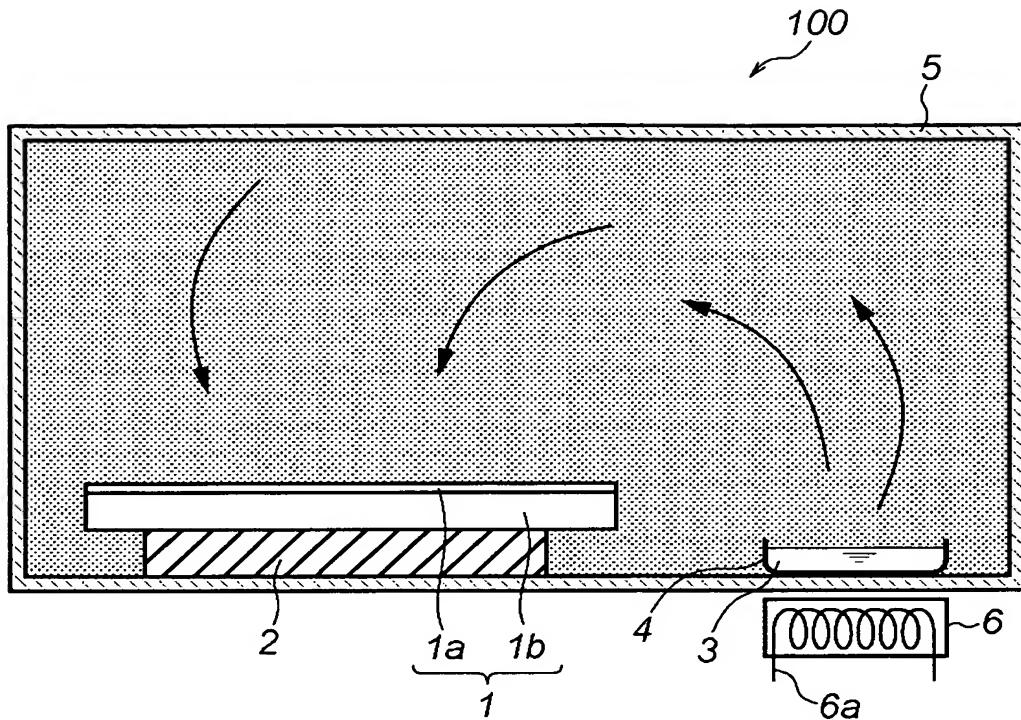
430 結合基板（貼り合わせ基板）

440 分割後の第2基板

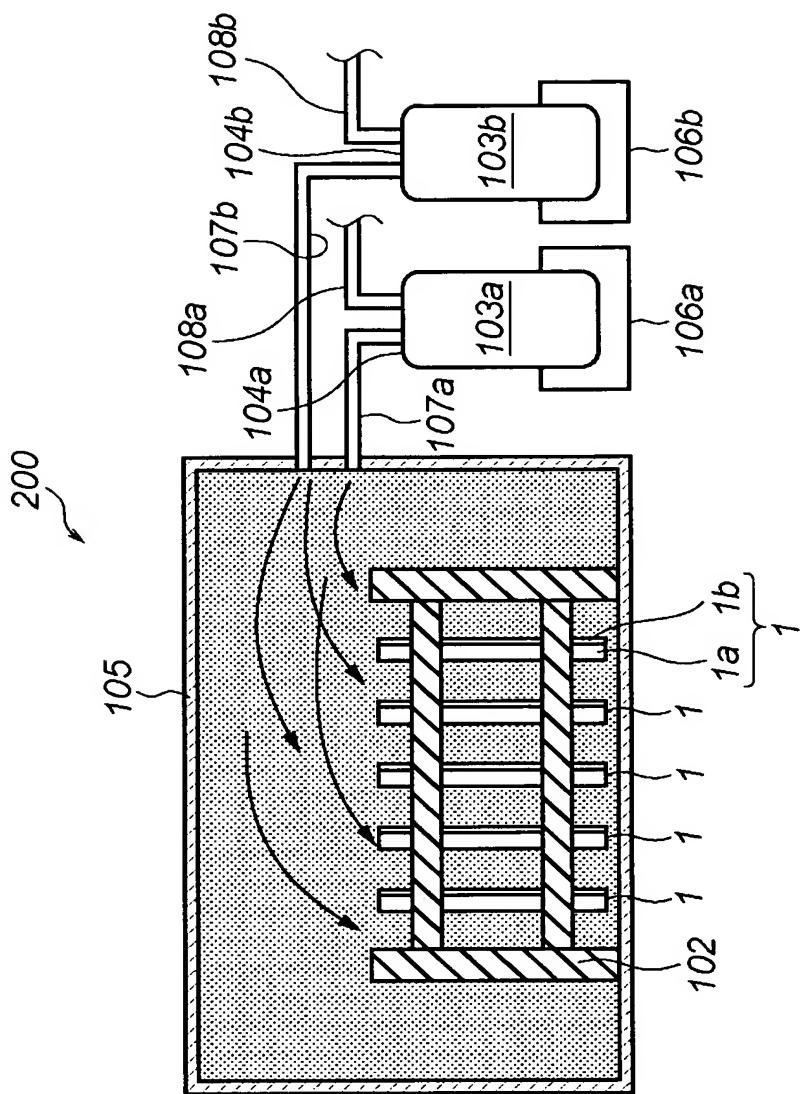
450 製造された基板

【書類名】 図面

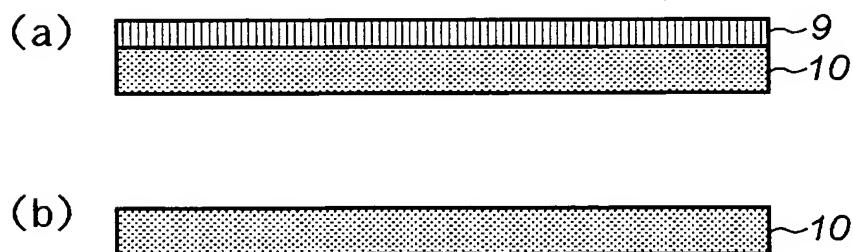
【図1】



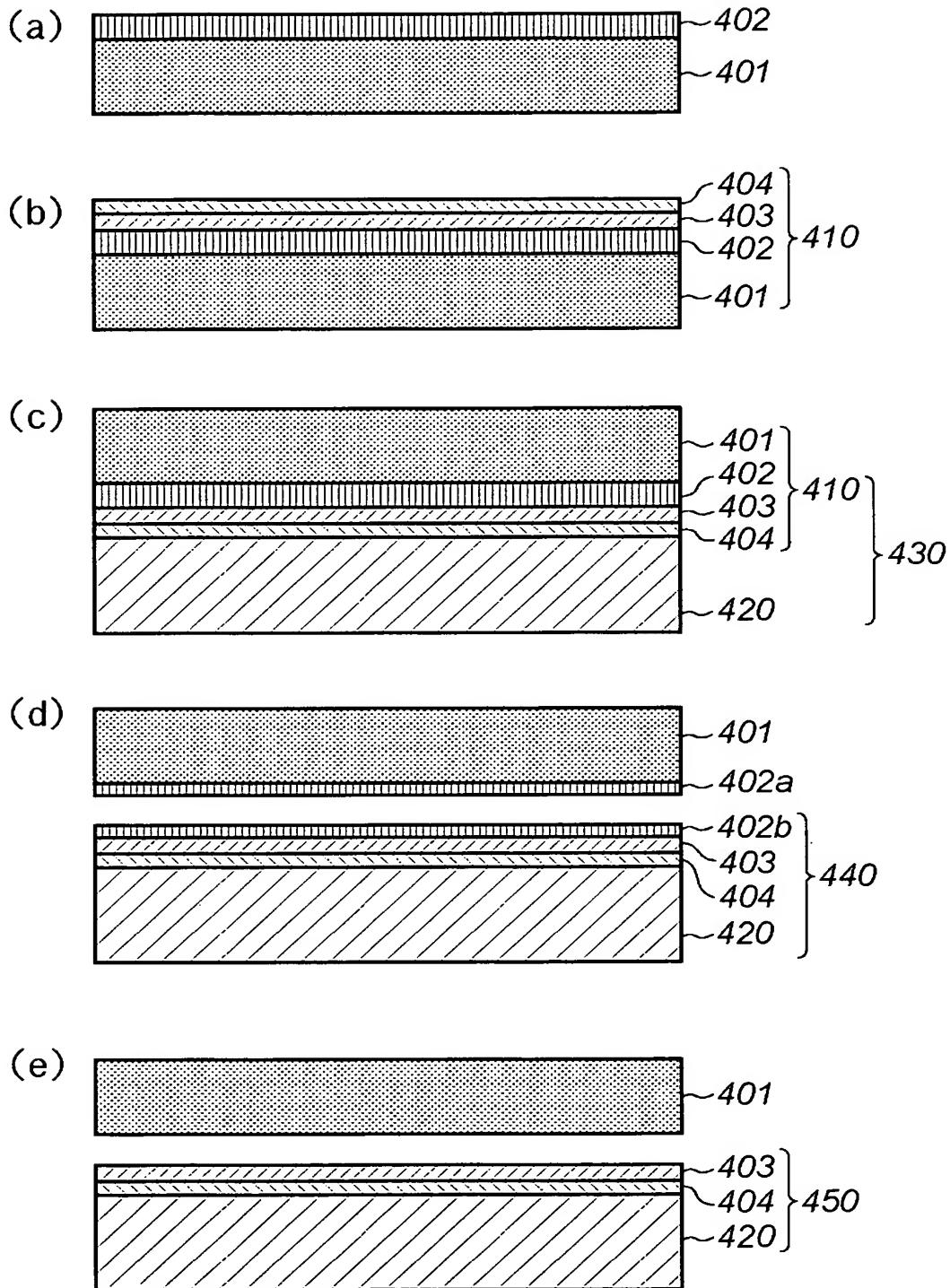
【図2】



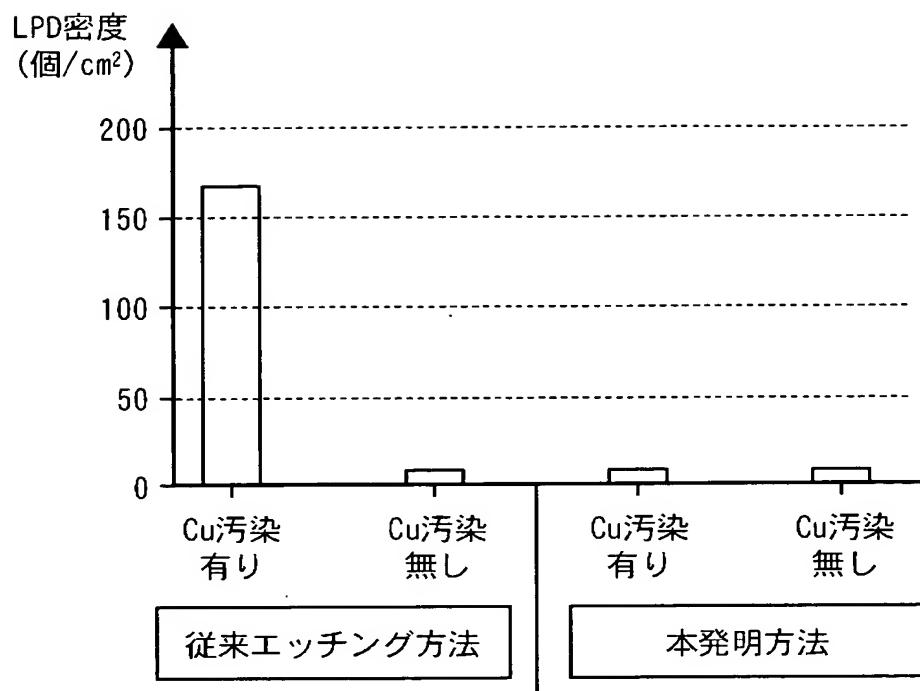
【図3】



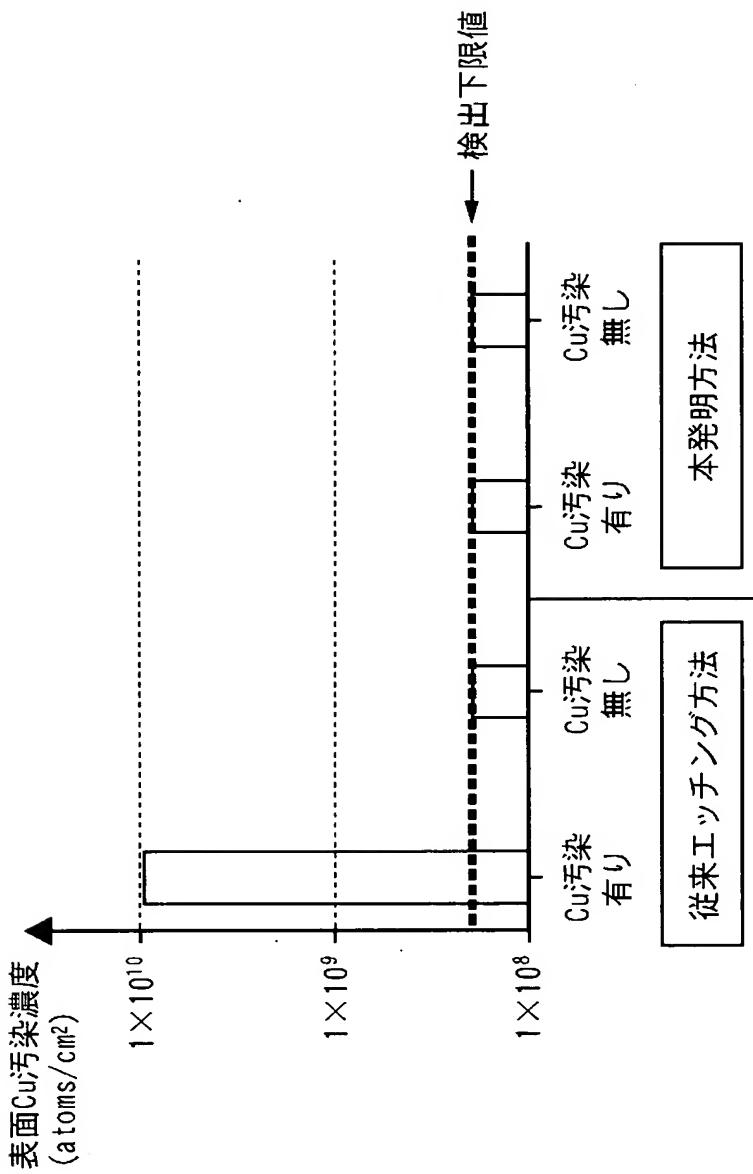
【図4】



【図5】



【図6】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 エッチング剤の使用量を抑える。

【解決手段】 エッチング剤容器4に液体のエッチング剤3を入れ、これを気化ユニット6によって気化させ、気化したエッチング剤で多孔質層等の脆弱層1aを選択エッチングする。

【選択図】 図1

特願 2003-011275

出願人履歴情報

識別番号 [000001007]

1. 変更年月日 1990年 8月30日

[変更理由] 新規登録

住 所 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
氏 名 キヤノン株式会社